Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Über einen eigenthümlichen Fall von Umgestaltung einer Oberhaut und dessen biologische Deutung

von

Prof. Dr. **E. Heinricher** in Innsbruck.

(Mit 1 Tafel und 2 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Februar 1890.)

Zu den typischen Charakteren der Oberhautzellen gehört: 1. die stärkere Verdickung der tangentalen Aussenwände; 2. die Ausbildung einer Cuticula, d. h. die Verkorkung der äussersten Lamelle der Epidermisaussenwand; 3. allseitiges Aneinanderschliessen der benachbarten Zellen, mit anderen Worten, gänzliches Vermeiden von Zellzwischenräumen. Da, wo den Bedürfnissen des Gasaustausches und der Transpiration Rechnung getragen werden muss, erfolgt die Ausbildung bestimmt differencirter Zellen, der Schliesszellen, von denen je zwei einen Intercellularraum umschliessen und zur Bildung einer Spaltöffnung zusammentreten; 4. relative Zartheit der Radialwände, häufig verbunden mit Tüpfelbildung. Die typischen Charaktere erfahren manche Verschiebung und Änderung rücksichtlich des Masses ihrer Ausbildung, je nach den Lebensbedingungen der Pflanzen und je nach den Aufgaben, welche den verschiedenen Organen im Haushalte obliegen. Aber so weit gehende Umänderungen, wie ich sie im Nachstehenden für die innere Epidermis des Fruchtgehäuses einer Fumariacee, von *Adlumia cirrhosa*, beschreiben will, wurden meines Wissens noch nirgends bekannt gemacht. Keiner der einleitend als typisch für die Oberhautzellen angeführten Charaktere findet sich an der genannten Oberhaut verwirklicht, insbesondere aber dürfte die Ausbildung sehr weiter Intercellularräume bisher ohne Analogie dastehen.[1] Man wird

---

[1] Über eigenthümliche Öffnungen in der Oberhaut der Blumenblätter von *Franciscea macrantha* Pohl. wurde von Waldner in den Sitzungs-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

desshalb diese Oberhaut auch nur im entwicklungsgeschichtlichen Sinne als solche bezeichnen können; denn es ist klar, dass eine so weit gehende Verschiebung der anatomischen Charaktere auch zu einer Verschiebung der physiologischen Functionen führen muss, welche von denen typischer Oberhautzellen weit abseits liegen.

Nach den Untersuchungen von Gregor Kraus[1] ist „im Fruchtknoten die Höhle stets von einer mit Cuticula versehenen Zellreihe ausgekleidet, welche alle Charaktere der Epidermis besitzt und solche auch in der Frucht beibehält". Von dieser im Allgemeinen giltigen Regel weicht nun der Bau der inneren Fruchtknotenepidermis bei *Adlumia* sehr bedeutend ab.

Sehen wir uns die innere Seite einer reifen Kapsel, deren sämmtliche Zellen bereits abgestorben sind, unter dem Mikroskope an, so bemerken wir, dass die innerste Zelllage, die Innenepidermis, aus Zellen besteht, welche wie die Stäbe eines Gitters

---

berichten der kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien, Jahrgang 1878, berichtet. Später zeigten Hiller (Über Intercellularlücken zwischen den Epidermiszellen der Blüthenblätter, Ber. d. deutsch. bot. Ges., Jahrg. 1884) und Köhne (Über Zellhautfalten in der Epidermis von Blumenblättern und deren mechanische Function, ebendort), dass solche Intercellularräume in der Oberhaut von Blumenblättern eine weit verbreitete Erscheinung und dass sie eine einfache, häufige Begleiterscheinung wellig gebogener Radialwände an den Epidermiszellen sind, ohne dass ihnen eine bestimmte Function zugeschrieben werden könne. Während Waldner annahm, dass die von ihm beschriebenen „Öffnungen" in der Oberhaut der Blumenblätter von *Franciscea* eine directe Communication der inneren Intercellularräume des Blumenblattes mit der Aussenluft gestatten, wies Hiller nach, dass diese Spalten zwischen den Epidermiszellen nach aussen stets von der Cuticula überspannt bleiben, daher eine Verbindung mit der äusseren Luft durch sie nicht erzielt wird. Übrigens bleiben diese von Cuticula überspannten Spalten in den Epidermen der Blumenblätter gegenüber den nach aussen offenen Intercellularräumen in der Pericarp-Innenepidermis von *Adlumia cirrhosa* auch rücksichtlich ihrer Weite stark zurück. Während Waldner als grössten Durchmesser der Spalten 7·15 μ angibt, führt Hiller als grössten vorkommenden Durchmesser 18 μ an. Die Zellzwischenräume in der Epidermis von *Adlumia cirrhosa* erreichen aber einen grössten Durchmesser von 181 μ, im Durchschnitte einen solchen von 127 μ. Sie übertreffen also die grössten der nicht offenen Spalten in der Blumenblattepidermis um das Zehnfache.

[1] „Über den Bau trockener Pericarpien", Pringsheim's Jahrb., Bd. V.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

aneinander gereiht liegen und in geeigneter Weise mit einander verbunden sind. Der Vergleich mit einem Gitter passt umso besser, als die Zellen parallel ihrer Längsausdehnung von weiten Zellzwischenräumen umsäumt erscheinen, welche im Ganzen mehr Raum beanspruchen als die Zellen selbst. Besser und rascher als die Beschreibung orientirt unsere Figur 1, welche das Bild eines kleinen Stückes von der Innenepidermis der reifen Kapsel zeigt. Man sieht an demselben, dass die ziemlich dickwandigen Zellen mehr langgestreckt sind und an mechanische Faserzellen erinnern. Dieser Eindruck wird durch die zahlreichen, schief verlaufenden, spaltenförmigen Tüpfel, die sich ringsherum an den Zellen finden, wesentlich unterstützt. Zwar sind die Enden der Zellen nicht zugeschärft, sondern meist fussförmig verbreitert, wie übrigens solche fussförmige Verbreiterungen an isolirten, mechanischen Fasern, sogenannten Stützfasern, in den Organen vieler Pflanzen vorkommen. Mit diesen fussförmigen Enden setzen sich die einzelnen Zellen aneinander an, und es wird mittelst derselben sowohl in der Streckungsrichtung der Zellen, als auch in der darauf senkrechten die Verbindung vermittelt. Die einzelnen Zellen sind quer zur Längsausdehnung der Kapsel gestreckt, die Richtung der fussartigen Auszweigungen fällt mit der Längsachse der Frucht mehr minder zusammen. So bietet diese Zelllage das Bild eines Netzes, aus annähernd rechteckigen Maschen bestehend. Die Felder dieses Netzes sind von Intercellularräumen eingenommen; die Begrenzung der Netzmaschen bilden die Zellen selbst. Wie Querschnitte durch die Fruchtblätter (senkrecht zur Achse der Kapsel) zeigen (Fig. 2), entwickeln sich die fussförmigen Fortsätze (Zelläste) an den Enden der Zellen nicht nur parallel der Oberfläche des Fruchtblattes, sondern auch in auf dieselbe senkrechter Richtung. Diese Äste erscheinen dann auf den Schnitten wie nach aussen vorragende Knöpfe oder Zapfen. An der reifen, ausgetrockneten Frucht besitzen diese Zellen geringe, bräunlich gefärbte Inhaltsüberreste, daneben führen sie Luft.

Wie insbesondere Querschnitte, parallel der Längsachse des Blattes, gut beobachten lassen, sind die Zellwandungen allseits gleichmässig verdickt, eine Bevorzugung der Aussenwand in dieser Beziehung ist nicht vorhanden. Die Reaction mit schwefel-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

sauerem Anilin gibt deutliche Gelbfärbung, jene mit Phloroglucin und Salzsäure Rothfärbung. Die Wandungen sind also verholzt, wenn schon die Farbentöne, welche bei den genannten Reactionen auftreten, auf keine sehr vorgeschrittene Verholzung hinweisen. In Übereinstimmung damit färbt wässerige Congorothlösung diese Zellen sehr wenig. [1]

An den Zellen dieser Schicht lässt sich ferner weder dann, wenn sie ausgereiften Fruchtknoten entnommen wurden, noch wenn jüngere Stadien geprüft werden, in denen die Zellen noch lebenden Inhalt führen (z. B. am Fruchtknoten einer 13 *mm* langen Blüthenknospe), eine Cuticula nachweisen. In concentrirter Schwefelsäure verquellen die Zellwandungen dieser Schicht einfach, das Abheben einer Cuticula wird nicht bemerkbar, während eine solche an den zarten Zellen der äusseren Epidermis bei Vornahme dieser Reaction leicht zu beobachten ist. Dass wir es bei dieser absonderlichen Zellschicht, deren Charaktere von jenen einer typischen Oberhaut so ganz und gar abweichen, doch mit einer Zelllage zu thun haben, welche entwicklungsgeschichtlich als Epidermis anzusprechen ist und thatsächlich die metamorphe obere Epidermis des Fruchtblattes vorstellt, ist durch den Verfolg der Entwicklungsgeschichte leicht darzuthun.

Untersucht man an Blüthenknospen der *Adlumia cirrhosa* von etwa 6 *mm* Länge die Innenwandung des jungen Fruchtknotens, so findet man dieselbe von einer Lage kleiner Zellen gebildet, die noch in continuirlichem Verbande liegen und ganz und gar den Charakter einer jugendlichen Epidermis zeigen. Nur sind die Zellen schon jetzt zur Achse des Blattes etwas quergestreckt und jene Reihenbildung, welche die durch mächtige Intercellularräume getrennten Zellen der Fruchtinnenwand im ausgebildeten Zustande erkennen lassen, wird schon auf dieser frühen Stufe bemerkbar (Fig. 3). Untersuchen wir den Fruchtknoten etwas vorgeschrittener Blüthenknospen (von 10—13 *mm* Länge), so finden wir an der Innenepidermis die Bildung der Intercellularräume eingeleitet. Vielfach erscheinen die die Lumina

---

[1] Faserähnliche Epidermiszellen mit verholzter Wandung werden von Steinbrinck (Untersuchungen über das Aufspringen einiger trockener Pericarpien, Bot. Ztg. 1878. S. 610) für die Pericarp-Innenepidermis von *Geranium dissectum* erwähnt.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

der Zellen trennenden Wandungen noch einfach, die benachbarten Zellen noch allseitig im festen Verbande, vielfach erscheint aber auch schon an den Längswänden der gestreckten Zellen die Spaltung der Membranen bereits eingeleitet (Fig. 4). Die Spaltung der Membran beginnt dabei entweder in der Mitte einer zwei Zellen scheidenden Längswand oder sie geht von zwei, nahe den Enden einer solchen Längswand gelegenen Punkten aus, beginnt mit der Bildung zweier, ursprünglich getrennter Intercellularräume, welche sich später zu einem einzigen, die Zellen nahezu ihrer ganzen Länge nach trennenden Zellzwischenraume vereinigen. Die Fig. 4 lässt das eben Geschilderte leicht verfolgen. Einen Querschnitt (parallel der Achse des Blattes) durch ein Fruchtblatt entsprechenden Alters gibt Fig. 5.

Dieser Querschnitt zeigt alle die Zelllagen des Fruchtblattes, welche wir auch an jenem der reifen Frucht vorfinden. Die Zellen der äusseren Epidermis zeichnen sich bereits durch ansehnliche Grösse aus; im Gegensatze dazu jene der inneren durch Kleinheit. Die Zellen dieser bieten auch noch im Wesen das Bild einer Epidermis, nur sieht man stellenweise, wo ein Intercellularraum getroffen wurde, die Zellen ihrer ganzen Höhe nach von einander getrennt. Die Bildung der Zellzwischenräume erfolgt nicht an allen Stellen des Fruchtblattes gleichzeitig; im Allgemeinen kommen die basalen Partien desselben in dieser Beziehung später an die Reihe als die apicalen. Um die sich bildenden Intercellularräume sehen die Zellwandungen etwas dicker und gequollen aus. Wahrscheinlich geschieht hier die Einlagerung von Zellstoff in geförderter Weise; doch mag derselbe aber gerade an diesen Stellen auch einen lockereren Bau besitzen. Eben diese Theile der Zellwand sind ja bei der beträchtlichen Streckung der Zellen offenbar in erster Linie betheiligt. Etwas weiter vorgeschritten ist die Bildung der Zellzwischenräume in dem durch Fig. 6 wiedergegebenen Stadium (aus einer Blüthenknospe von 12 *mm* Länge). Im verkleinerten Massstabe ist hier bereits das Bild vorhanden, welches diese Zelllage an der ausgereiften Frucht zeigt. Die Zellen trennt — parallel ihrer Längsstreckung — in der Regel ein einziger grosser Intercellularraum. Nur stellenweise unterbleibt die Bildung eines solchen oder verharrt derselbe in geringen Dimensionen. Das Bild, welches ein

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Querschnitt auf dieser Ausbildungsstufe des Fruchtblattes gewährt, ist ohneweiters verständlich (Fig. 7). Die Zellen der innersten Fruchtwandschicht besitzen auf dieser Entwicklungsstufe noch alle einen lebenden Plasmaleib; der Zellkern in diesem ist leicht nachzuweisen, die Zellwandungen geben Cellulosereaction.

Von nun ab nimmt die Streckung dieser Zellen etwas energischer zu. Eine Zeit lang beobachtet man noch localisirte Stellen an den Längswänden der Zellen, die durch bedeutendere Dicke der Membran hervortreten und offenbar noch der Streckung unterliegen sollen (Fig. 8). Dann aber erscheinen die Wandungen fast durchaus gleich stark und nehmen allseits gleichartig an Dicke zu. So weit ich es verfolgt habe, ungefähr zur Zeit des Aufblühens der einzelnen Blüthen, haben die Zellen der Innenepidermis ihre definitive Grösse erreicht. Ihre definitive Ausbildung erfolgt aber erst nach dem Abblühen. Die Fig. 9 ist einem Fruchtknoten entnommen, der der Reifung der Samen schon ziemlich nahe war. Dieselben zeigten die Testa schon gebräunt. Die Krone hatte sich von der Basis des Fruchtknotens abgelöst und war, denselben umhüllend, etwas nach aufwärts verschoben. Wie die Figur zeigt, war die Zelle zur Zeit, da der Fruchtknoten in Alkohol eingelegt wurde, jedenfalls noch lebend. Man gewahrt den Zellkern und den zarten Plasmaschlauch, der sich in Folge der contrahirenden Wirkung des Alkohols local abgehoben hat. Man sieht ferner, dass die Wandung der Zelle bereits eine ziemliche Dicke aufweist und dass die Tüpfel in derselben zum Theile schon ausgebildet sind. Auch die Verholzung der Membran hat auf dieser Stufe begonnen, doch ergibt die Anwendung von Chlorzinkjod, dass die innerste Membranlamelle noch aus Cellulose besteht. Dasselbe Reagens weist auch vereinzelte, sehr kleine Stärkekörnchen im Inhalte dieser Zellen nach, während die mittleren Schichten der Fruchtknotenwand noch viel Stärke führen.

In einem um Geringes vorgeschrittenen Entwicklungsstadium des Fruchtknotens, welches mit der Samenreife zusammenfallen dürfte, haben jedenfalls auch die Zellen der inneren Epidermis ihren Lebenslauf beschlossen. Die weiteren Veränderungen betrafen noch eine etwaige Dickenzunahme der Membran und endlich die Verholzung der gesammten Wandungen. Ist das erreicht,

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

so wird offenbar die Lebensthätigkeit des Protoplasmas zu Ende sein, die Zellen stellen ein todtes Zellengerüste dar.

Diese eigenthümliche Zelllage, die ich im Vorstehenden in morphologischer und entwicklungsgeschichtlicher Beziehung in genügend eingehender Weise besprochen zu haben glaube, wurde gelegentlich meiner Untersuchungen über die Schlauchzellen der Fumariaceen[1] beobachtet. Obwohl schon die anatomischen Verhältnisse an sich interessant sind, konnte mich doch ihre Darstellung allein so lange nicht befriedigen, bis für dieselben auch eine physiologische Erklärung gefunden war. Nach vielem vergeblichen Bemühen in dieser Richtung kam mir der Gedanke, die beschriebene eigenthümliche Ausgestaltung der inneren Oberhaut müsse in irgend einer Weise die Keimung der Samen unterstützen; diese Oberhaut mit ihren vielen grossen Intercellularräumen functionire etwa wie ein Wasser aufsaugender Schwamm und vermöge mit Hilfe des so aufgespeicherten Wassers die Keimung zu fördern.

Dieser Gedanke wurde durch die daraufhin angestellten Beobachtungen bekräftigt. Die erste Forderung, welche erfüllt sein musste, war die, dass die Samen bei der Fruchtreife aus dem Fruchtknoten nicht ausgeworfen werden, sondern innerhalb desselben keimen. Es zeigte sich in der That zunächst einmal, dass die Blumenkrone nach dem Verblühen nicht abfällt, sondern, den Fruchtknoten umhüllend, erhalten bleibt. Sie löst sich zwar am Grunde des Blüthenbodens ab, verschiebt sich aber nur um Weniges am Fruchtknoten hinauf. Weiterer Verfolg der Sache zeigte, dass die Krone, wenigstens in den meisten Fällen, auch später — wenn die Frucht völlig reif — noch erhalten ist. Die Corolle besteht innerhalb der beiden Oberhäute aus einem 4—5 Zelllagen umfassenden, sehr lockeren Schwammparenchym. Zur Zeit der Samenreife sind auch ihre Zellen alle todt, nur die ausgetrockneten Membranen sind vorhanden und die weiten Interstitien zwischen denselben mit Luft erfüllt. Mit ihrer schwammigen Hülle dient sie jedenfalls dazu, die an sich sehr leichten Frücht-

[1] „Die Eiweissschläuche der Cruciferen und verwandte Elemente in der Rhoeadinen-Reihe", Mitth. aus dem bot. Institute zu Graz, I. Heft, 1886 und „Vorläufige Mittheilung über die Schlauchzellen der Fumariaceen", Berichte d. deutsch. botan. Ges., Bd. V.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

chen noch leichter zu machen, muss also als ein die Verbreitung der Früchte förderndes Mittel betrachtet werden. In der That lösen sich die Früchtchen als Ganzes mit der Corolle ab, und zwar entweder an der Basis des Fruchtknotens oder an der Basis des Blüthenstielchens. Jeder schwache Windstoss genügt, um die Früchtchen in Bewegung zu setzen. Auch ist es durch einen Versuch einfachster Art möglich, nachzuweisen, dass die Blumenkrone der wesentliche, die leichte Verbreitung bedingende Factor ist. Zieht man nämlich den Fruchtknoten aus der umhüllenden Krone heraus, legt dann Krone und Früchtchen neben einander und, etwa des Vergleiches wegen, dazu noch ein Früchtchen, um welches die Krone belassen bleibt, so wird ein geringes Blasen genügen, um sowohl die isolirte Krone, als auch das mit der Krone umgebene Früchtchen in rollende Bewegung zu setzen, während das isolirte (der umhüllenden trockenen Blumenkrone beraubte) Früchtchen ruhig liegen bleibt. Natürlich rollt aber eine isolirte Blumenkrone auch weit rascher vorwärts als eine andere, welche noch ein Früchtchen mit Samen umschliesst.

Die bei der Fruchtreife stehen bleibende Blumenkrone hat aber neben den Diensten, welche sie der Verbreitung der Früchtchen leistet, noch eine andere Aufgabe zu vollführen. Sie hat bei *Adlumia cirrhosa* gleichzeitig das Ausfallen der Samen zu verhindern, was in Beziehung steht mit dem eigenthümlichen Bau der metamorphen Frucht-Innenepidermis und ihrer physiologischen Aufgabe. Die Frucht von *Adlumia* ist nämlich eine septicide Kapsel;[1] die beiden Carpelle trennen sich rechts und links von der Placentarleiste und bleiben nur im oberen Drittel oder gar nur im Griffel- und Narbentheile vereinigt. Würden sie also nicht durch die stehenbleibende Corolle zusammengehalten, so müssten die Samen einfach ausfallen, wie dies ja z. B. bei der Fumariaceen-Gattung *Corydalis* der Fall ist. Man sieht am beigegebenen Holzschnitte (Fig. 1), wie aus der etwas am Fruchtknoten aufwärts verschobenen Corolle die basalen Theile der Fruchtklappen (*kl*) auseinanderklaffend hervorsehen.[2] So viel vorläufig von der Corolle.

---

[1] Vergl. Prantl und Kundig's Bearbeitung der *Papaveraceae* in den natürlichen Pflanzenfamilien, Lieferung 29, S. 136.

[2] In Figur 1 bezeichnet *gr* den Griffel, *fr* den Fruchtstiel.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Es war nun zunächst festzustellen, dass die Samen von *Adlumia* innerhalb der Frucht, welche noch dazu von der stehen gebliebenen Corolle umscheidet wird, keimen.[1] Eine Aussaat solcher Früchtchen hatte den gewünschten und erwarteten Erfolg. Die in grosser Zahl auf der in einem Blumentopfe befindlichen Erde ausgebreiteten Früchtchen zeigten bald jedes ein bis drei hervorbrechende Keimlinge. Die Fig. 2 des Holzschnittes gibt ein solches Früchtchen mit zwei Keimlingen wieder. Wie festgestellt wurde, wird die Plumula einerseits, anderseits die Wurzel zwischen den auseinander gesprungenen Fruchtklappen hervorgeschoben. Es ist dies auch ohneweiters einleuchtend, denn an allen anderen Stellen wäre die feste Fruchtwand zu durchbrechen



Fig. 1.



Fig. 2.

und, worauf es speciell ankommt, die metamorphe Epidermis mit ihren sehr festen und widerstandsfähigen Zellen. Die Durchbrechung der zarten mürben Zellen der Blumenkrone, die überdies zu leisten bleibt, bietet aber natürlich keine Schwierigkeit.

Wenden wir uns nun der Frage zu, welche Aufgabe leisten die gitterartig aneinander gereihten Zellen der Frucht-Innenepidermis bei der Keimung. Wurden Keimpflanzen in einem

---

[1] Gelegentliches Keimen der Samen innerhalb des Fruchtgehäuses wird als Ausnahmsfall hie und da beobachtet. Vergl. z. B. die Mittheilung W. Jännicke's: „Gekeimte Samen in Früchten von *Impatiens longicornis* Wall.“, in den Berichten d. deutsch. bot. Ges., Jahrg. 1889, S. 318. — In der teratologischen Sammlung des Innsbrucker botanischen Institutes finden sich Hülsen von *Spartium junceum* L. mit innerhalb derselben gekeimtem Samen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Stadium, wie es Fig. 2 des Holzschnittes etwa zeigt, begossen und bald darauf die Hälfte eines Früchtchens (eine Fruchtklappe) unter dem Mikroskope betrachtet, so ergab es sich, dass sämmtliche Intercellularräume, d. h. sämmtliche Areolen innerhalb des Gitternetzes, welches die metamorphe Epidermis vorstellt, mit Wasser erfüllt waren. Die Fruchtwandung verhielt sich etwa so, wie sich ein feines Rosshaarsieb verhält, welches man unter Wasser taucht und in welchem die einzelnen Siebporen beim Herausziehen von dünnen Wasserlamellen überspannt bleiben. Lässt man eine solche Fruchtklappe ohne Deckglas unter dem Mikroskope stehen, so verschwinden allmälig die Wasserlamellen aus den Zellzwischenräumen. Es liess sich nun aber auch deutlich beobachten, dass nicht nur die Intercellularen mit Wasser erfüllt waren, sondern auch die Lumina der das Gitter bildenden Zellen selbst; ganz allmälig verdunstete das Wasser in diesen und sie füllten sich mit Luft. Es ist kein Zweifel, dass, während in anderen Fällen Einrichtungen getroffen werden, durch welche der Same selbst befähigt ist, entweder einen die Keimung befördernden Wasservorrath zu speichern (Samen mit Schleimschichten) oder der Bau seiner Samenschale doch zeigt, dass für leichte Zufuhr des Wassers gesorgt ist,[1] bei *Adlumia* die Sorge für die nöthige Wasserzufuhr den Fruchtklappen überlassen ist, innerhalb welcher die Keimung der Samen erfolgt.

Die zur Vollführung dieser Aufgabe zweckmässigen Einrichtungen sollen nun aber noch eingehender beleuchtet werden. Vor Allem ist da zu beachten, dass der Basaltheil des Fruchtknotens mit den ziemlich eng aneinander liegenden, aber durch Spaltung getrennten Fruchtklappen immer frei vorragt. Wie schon erwähnt, kommt dies dadurch zu Stande, dass die Krone bei der Reife sich von der Fruchtknotenbasis ablöst und am Fruchtknoten etwas nach aufwärts verschoben wird. Dieser vorragende Theil des Fruchtknotens dient zur Aufnahme des Wassers, welches offenbar capillar in demselben gehoben wird, zunächst das Netz der Intercellularräume und die Lumina der sie begren-

[1] Vergl. Haberlandt: „Die Sorge für die Brut im Pflanzenreiche", Humboldt, Bd. IV, Heft 7, S. 2 und 3 des Sonderabdruckes.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

zenden Zellen erfüllt, dann aber auch die zwischen den Samen restirenden Lücken im Fruchtknoten ausfüllen dürfte. Diese Einführung des Wassers wird besonders gefördert durch die Verholzung der Zellwandungen der metamorphen Epidermis. Die Aussenwandungen der Fruchtklappen sind von einem Wachsüberzug bläulich bereift, unter Wasser gebracht bleibt die Aussenwandung in Folge dessen unbenetzt und erscheint wegen der adhärirenden Luftschichte silberglänzend; die Innenwandungen hingegen lassen sich leicht benetzen. Wenn man die Aufgabe der Zellen der metamorphen Innenepidermis bei *Adlumia* ins Auge fasst, wird es sofort klar, warum von der Ausbildung einer Cuticula an diesen Zellen Umgang genommen wird. Die Cuticula ist ja für Wasser schwer durchdringbar und soll ja bei gewöhnlichen Epidermen die Transpiration herabsetzen. In unserem Falle handelt es sich aber gerade im Gegensatze um leichte Benetzbarkeit der Zellen. Von diesem Gesichtspunkte aus erscheint dann auch die Verholzung der Zellwände sehr zweckmässig. Gerade verholzte Membranen sind leicht benetzbar und imbibitionsfähig. Nach Sachs nimmt die Membran des Holzes von *Pinus silvestris*, *Abies pectinata* und *Prunus domestica* im Mittel 48·2$^0/_0$ ihres Trockengewichtes an Wasser auf, und Hartig[1] hat für die Membranen verschiedener Laubhölzer noch beträchtlich höhere Werthe berechnet. Die Wasseraufnahme der verholzten, metamorphen Epidermis lässt sich denn auch direct durch hygroskopische Bewegungen constatiren, welche in Folge von Wasserzufuhr und Wasserentziehung durch die genannte Zelllage ausgelöst werden.[2]

Auch das Vorhandensein der Tüpfel, welches sonst, da die Zellen zur Zeit, wenn jene ausgebildet sind, schon grösstentheils durch weite Intercellularräume getrennt sind, wenigstens an einem bedeutenden Theile der Zellwände unnütz erscheinen müsste, ist mit Rücksicht auf die Aufgabe dieser Zelllage zweckmässig. Wie das Eindringen von Wasser oder Luft in die Zellen

---

[1] Vergl. Zimmermann: „Die Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle", Breslau 1887, S. 185.

[2] Schneidet man mit dem Rasirmesser, parallel der Achse einer Fruchtklappe, dünne Lamellen heraus, so sieht man, wie dieselben beim Austrocknen sich einrollen, bei Wasserzufuhr sich aber wieder gerade strecken.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

darthut, sind nämlich die feinen spaltenförmigen Tüpfel an den metamorphen Oberhautzellen der reifen Frucht durchbohrt. Mag dieses Offensein der feinen Tüpfelschliesshaut nun entweder durch Resorption erfolgen oder, was wahrscheinlicher, in Folge von Zerreissung durch während des Reifungsprocesses stattfindendes Austrocknen, respective damit verbundener Wasserentziehung, in jedem Falle ermöglicht es nur das Vorhandensein dieser perforirten Tüpfel, dass auch die Lumina der Zellen mit Wasser erfüllt werden und so zur Speicherung des Wassers herangezogen werden können. Man würde nun meinen, dass die in die gitterartig aneinanderliegenden Oberhautzellen eventuell eindringende Luft sehr fest in den Zellen hafte und sich schwer durch Wasser wieder verdrängen lasse. Wie ich aber durch wiederholte Beobachtungen sicherstellen konnte, ist dies nicht der Fall. Lässt man eine Fruchtklappe unter dem Mikroskope austrocknen, so dass sich allmälig, nachdem zuerst die Intercellular-Areolen ihr Wasser verloren haben, auch die Lumina der eigenartigen Epidermiszellen mit Luft füllen; setzt man dann, wenn dies erfolgt ist, neuerdings Wasser zu, so erscheinen binnen Kurzem jene Zellen wieder von Wasser erfüllt, nur ganz kleine Luftblasen bleiben in ihnen stellenweise erhalten. Dafür aber, dass in dem durch jene Zellen hergestellten Kanalapparat einmal aufgenommenes Wasser nicht zu rasch verdunste, sorgt ohne Zweifel in zweckmässiger Weise die das Fruchtgehäuse umhüllende Corolle. Es ist auffallend, wie schwer die Luft aus den grossen Intercellularräumen des Schwammparenchyms der Blumenkrone durch Wasser zu verdrängen ist; selbst dann, wenn man ein mit der vertrockneten Blumenkrone umgebenes Früchtchen auf etwa 12 Stunden unter Wasser versenkt, wobei man, um das Untersinken zu erreichen, die Corolle durch eine Stecknadel oder dergl. beschweren muss, bleiben beinahe alle in der Corolle befindlichen Intercellularen lufthältig. Gerade im Gegensatze hiezu wird die rasche Verdrängung der Luft aus den Zellzwischenräumen in der metamorphen Epidermisschichte der Fruchtwand besonders hervortretend.

Soll die von mir der metamorphen Frucht-Innenepidermis zugeschriebene Function derselben wirklich zukommen, dann ist

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

es, abgesehen von den früheren Erörterungen, natürlich auch zu fordern, dass die übrigen Fumariaceen-Gattungen, deren Samen nicht im Fruchtgehäuse keimen, sondern aus der Frucht ausgeworfen werden, einen gleichen Bau der inneren Epidermis des Fruchtgehäuses nicht besitzen.

Dem entsprechen, soweit ich zur Zeit mich zu überzeugen vermochte, die thatsächlichen Verhältnisse. Kraus[1] schreibt dem Fumariaceen-Pericarp eine Hartschicht zwischen den beiden Epidermen zu. Diese Angabe gilt wohl nur für die von Kraus untersuchte Gattung *Fumaria*. *Corydalis* und *Dicentra* scheinen einer Hartschicht ganz zu entbehren und bei *Adlumia* könnte als solche auch nur die metamorphe Innenepidermis gewissermassen bezeichnet werden. Über die Innenepidermis des *Fumaria*-Pericarps sagt Kraus, dass selbes aus „geschlängelten, spaltöffnungslosen Zellen bestehe". Ähnliche Intercellularräume wie bei *Adlumia* kommen jedenfalls nicht vor. Dessgleichen fehlen sie der Innenepidermis des Pericarps von *Corydalis cava* und *Dicentra spectabilis*, die ich des Vergleiches halber in Untersuchung zog. Bei ersterer besteht die Innenepidermis aus polygonalen Zellen und ist spaltöffnungsreich, während die Aussenepidermis aus Zellen mit gewellten Radialwänden besteht — wie sie sonst für Corollen so häufig sind — Spaltöffnungen aber nicht besitzt.

Bei *Dicentra spectabilis* sind (an Fruchtknoten aus offenen Blüthen untersucht, also in einem Stadium, wo bei *Adlumia* die Intercellularen fertig ausgebildet sind) Innen- und Aussenepidermis nahezu gleich gestaltet an beiden Spaltöffnungen nicht selten. So wird es wohl auch bei anderen Arten der Gattungen *Corydalis* und *Dicentra* sein. Wie sich die Arten der Gattung *Adlumia* verhalten, ob alle im Bau der Pericarp-Innenepidermis mit *A. cirrhosa* übereinstimmen, habe ich nicht untersucht. Ich möchte indess eine solche Übereinstimmung der Arten in genannter Beziehung vermuthen.

Ich fasse die Ergebnisse der Untersuchung in folgenden Punkten kurz zusammen:

---

[1] L. c. S. 121.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

1. Die Innenepidermis der Kapsel von *Adlumia cirrhosa* kann nur in entwicklungsgeschichtlichem Hinblicke als Epidermis bezeichnet werden, da ihr im Übrigen alle charakteristischen Merkmale der Oberhautzellen fehlen.

2. Die Zellen an sich haben den Charakter mechanischer Faserzellen, mit in der Regel an den Enden ausgebildeten Fusstheilen und besitzen spaltenförmige oder querovale Tüpfel.

3. Die Wandung dieser Zellen ist, abgesehen von der Tüpfelbildung, nach allen Seiten gleichmässig, ziemlich stark verdickt und erweist sich als verholzt.

4. Eine Cuticula wird von den Zellen nicht gebildet.

5. Nur in der ersten Anlage schliessen die Zellen — so wie es für typische Epidermiszellen kennzeichnend ist — interstitienlos aneinander. Im ausgebildeten Zustande umschliessen dieselben so grosse Zellzwischenräume, dass letztere mehr Raum in Anspruch nehmen, als die Zellen selbst.

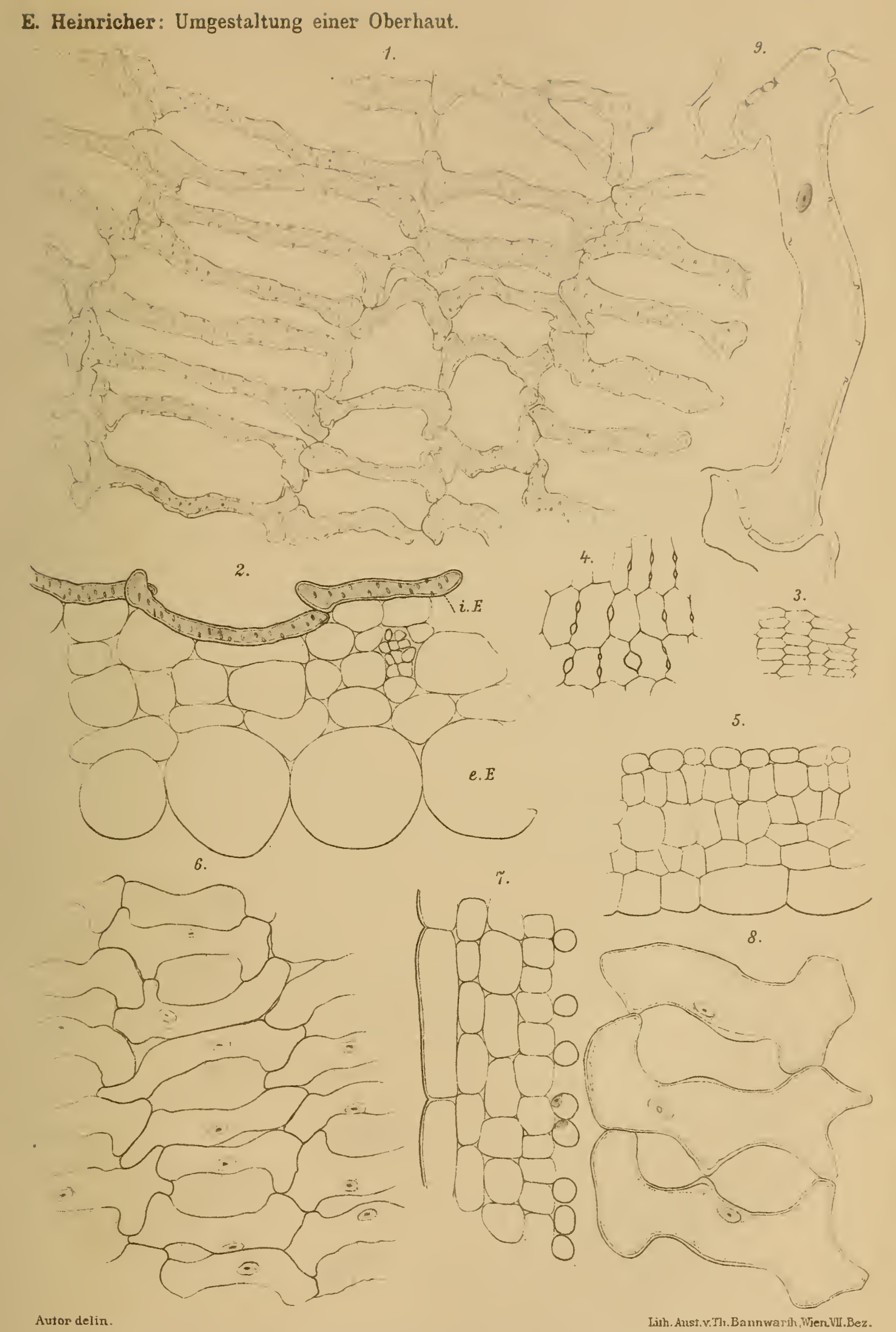
6. Diese metamorphe Innenepidermis des Pericarps steht mit den eigenthümlichen Keimungsverhältnissen bei *Adlumia cirrhosa* in ursächlichem Zusammenhange und erscheint als zweckmässige Anpassung.

7. Die Keimung der Samen von *Adlumia cirrhosa* erfolgt innerhalb des Fruchtgehäsuses, dessen in der Reife getrennte Klappen von der vertrockneten, sich von der Frucht nicht lösenden Corolle zusammengehalten werden.

8. Die eingetrocknete Corolle mit ihrem schwammigen lufthaltigen Gewebe fungirt als Verbreitungsmittel für die Früchte und hat aber auch die weitere, nicht minder wichtige Aufgabe, das Ausfallen der Samen zu verhindern.

9. Die Function, welche der metamorphen Pericarp-Innenepidermis zukommt, ist die, einen Wasservorrath für die Keimung der Samen aufzunehmen und in geeigneter Weise zu speichern.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum



Autor delin.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien, VII. Bez.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum



Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Tafelerklärung.

Die Figuren 1—9 sind mit der Camera lucida entworfen und dann ausgeführt. Die Vergrösserung wird unter Klammer angegeben.

Fig. 1. Die metamorphe Pericarp-Innenepidermis aus der reifen Kapsel in Flächenansicht (220).

Fig. 2. Stück eines Querschnittes durch die Wandung des reifen Fruchtgehäuses: i. E. = innere Epidermis; e. E. = äussere Epidermis (220).

Fig. 3. Flächenansicht der Innenepidermis eines Fruchtknotens aus einer 6 *mm* langen Blüthenknospe. Die Zellen schliessen noch interstitienlos aneinander (220).

Fig. 4. Die Innenepidermis des Fruchtknotens in einem vorgeschritteneren Entwicklungsstadium; die Bildung der Zellzwischenräume hat begonnen (220).

Fig. 5. Ein Stück eines Querschnittes durch die Fruchtwand im Entwicklungsstadium, welchem die Flächenansicht Fig. 4 entnommen wurde.

Fig. 6. Ein gleiches Bild wie Fig. 4, nur einem älteren Fruchtknoten entstammend. In die metamorphen Epidermiszellen sind die Zellkerne eingezeichnet, die Zellzwischenräume sind durch Schraffirung hervorgehoben (310).

Fig. 7. Eine der Fig. 6 entsprechende Ansicht des Querschnittes durch die Fruchtknotenwand (310).

Fig. 8. Einige Zellen der Innenepidermis des Fruchtknotens aus einer 14 *mm* langen Blüthenknospe. Die Zellen haben auf dieser Stufe noch alle einen lebenden Plasmaleib; die Verdickung der Zellwandungen hat begonnen und erscheint an bestimmten Stellen beträchtlich mächtiger als an den übrigen Punkten (480).

Fig. 9. Eine Zelle der Frucht-Innenepidermis aus einem der Reife nahen Fruchtknoten. Der Plasmaschlauch der noch lebenden Zelle hat sich in Folge Alkoholeinwirkung an einer Stelle von der schon ansehnlich verdickten Wandung abgehoben. Die Tüpfel in der partiell schon verholzten Wandung sind bereits vorhanden (480).